

明 細 書

外観検査装置

技術分野

- 5 この発明は、光ディスクの表面または内部の欠陥を検査する外観検査装置に関する。

背景技術

近年、C D (Compact Disc) や D V D (Digital Versatile Disc) 等の光ディスクが一般に普及してきており、各メーカーにとっては、こうした光ディスクの品質管理を適切かつ効率的に行うことが重要である。このような品質管理の一つとして、製造された光ディスクの外観の微細な欠陥について検査を行う外観検査がある。各メーカーは、基本的に全ての光ディスクについて、このよ
10 うな外観検査を行っている。

光ディスクの微細欠陥は、例えば、D V D では、記録ピットの成形、スパッタリング、貼り合わせ等の様々な製造工程において発生しうる。また、こうした欠陥にも様々なものがあり、例えば、ディスク表面の情報読み取り面ではダストや接着剤の跳ね等があり、ディスク内部の反射面では、微細隆起、オイル成分、泡等の
20 問題がある。

外観検査を実施するための外観検査装置は、高分解能 C C D (Charge Coupled Device) カメラを利用したものが一般的となっている。第 1 図は、外観検査装置の原理を示すもので、参照符号 4 0 が検査対象の光ディスクである。光源 4 1 からの光がレンズ装置 4 2 によってライン状の光に変換され、ディスク 4 0 上の
25

検査領域をライン状領域 43 を照射する。光ディスク 40 で反射された光がカメラレンズ 44 を介してライン CCD 45 によって受光される。ライン CCD 45 は、受光部が 1 列だけ配置された CCD である。なお、以下の説明において、ライン CCD として
5 カメラを使用する場合について述べる。ライン CCD およびカメラの何れも、光ディスクの反射光を受光して電気信号に変換するイメージセンサとして機能するものである。

光ディスク 40 の一つのライン状領域 43 をライン CCD 45 によって撮影すると、光ディスク 40 を僅かに回転させ、同様の
10 処理を行う。これらの処理を光ディスク 40 の 1 回転分について繰り返すことによって、光ディスク全体の撮影を行い、全体の外観検査を実施することができる。欠陥のある部分の光の反射率は、正常な部分の反射率より低い又は、高いため、撮影で暗く又は、明るく映った部分に欠陥が生じていることが分かる。

15 この外観検査装置は、次世代光ディスクである、B l u e r a y D i s c（以下、BD と適宜略称する）規格の光ディスクの外観検査に対しても適用することが可能である。ここで、第 2 図を参照して、かかる光ディスクの外観検査を行う従来の外観検査装置の構成について説明する。

20 第 2 図に示した外観検査装置は、光源 101、レンズ 102、105、ミラー 103、104、108、ビーム・スプリッタ 106、アパーチャ 109、第 1 カメラ 107、第 2 カメラ 110 を備える。

光源 101 は、例えば、ハロゲンランプや赤色 LED (Light
25 Emitting Diode) 等から構成される。光源 101 からの光は、レンズ 102 を通過することによってライン状のほぼ平行な光に集

光され、ミラー 103 を介して BD 規格に対応した光ディスク 100 の半径方向の 1 本のライン状領域に照射される。

- 光ディスク 100 の反射光は、ミラー 104 で方向を変え、レンズ 105 に入射する。ここで、光ディスク 100 への光の入射角および反射角はそれぞれ、例えば、 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ である。また、ミラーは、一般的には、光線の光軸を折り曲げる働きをする平面鏡である（以下、ミラーについて同じ）。レンズ 105 を通過した光はビーム・スプリッタ 106 に進み、そこで、第 1 カメラ 107 に向かう光と、ミラー 108 に向かう光に分光される。
- 10 第 1 カメラ 107 に向かったライン状の光は、第 1 カメラ 107 のライン CCD によって受光され、それぞれ光量が検出される。
- 一方、ミラー 108 に進んだライン状の光は、アパーチャ 109 を介して第 2 カメラ 110 で受光される。第 1 カメラ 107 および第 2 カメラ 110 では、欠陥のある部分が相対的に暗く又は、
- 15 明るく写る。欠陥のある部分からの反射光は、吸収、又は、乱反射等によって光量が減少するためである。第 1 カメラ 107 および第 2 カメラ 110 によって撮影されたイメージは、デジタル処理され、各ピクセル毎の光量データとして把握される。コンピュータは、これらのデータに基づいて、欠陥部分すなわち、暗い
- 20 又は、明るい部分のサイズや形状を判定する。

- ここで、従来の外観検査装置の各部にどの程度の照度の光が到達しているかを、光源 101 からの光を基準に考えてみる。光ディスク 100 の反射率の影響も受けるが、以降、ディスクの反射率を 100% と仮定して照度を説明する。光源 101、レンズ 102 を介した光はレンズ 105 に到達するが、そこまでの光は、
- 25 光源 101 の光のほぼ 100% の照度である。その光は、ビー

ム・スプリッタ 106 でそれぞれ $1/2$ に分光されるので、第 1 カメラ 107 には光源 101 の光のほぼ 50% の照度の光が入射する。ミラー 108 に進んだ光は、アパーチャ 109 で半分が遮断されるため、第 2 カメラ 110 に、光源 101 の光のほぼ 2

5 5% の照度で入射する。

光ディスク 100 の 1 ラインについて撮影が終了したら、ステッピングモータ等によって、光ディスク 100 を僅かに回転させ、次の 1 ラインの撮影を行う。第 3 図には、ライン状の光によって照射された光ディスク 100 上のライン状領域が示されており、

10 光ディスク 100 の回転とともにライン状領域が順次回転方向に移動する。ライン状の光は、基本的に、光ディスク 100 の検査領域（データエリア）120 に照射される。このように、光ディスク 100 が 1 回転するまで照射と撮影が繰り返される。この結果、第 1 カメラ 107 および第 2 カメラ 110 が検出した光量に

15 基づいて生成される画像は、それぞれ光ディスク 100 の全体を表すものとなる。

アパーチャ 109 と第 2 カメラ 110 は、主として光ディスク 100 の凹凸を検出する機能を有する。一方、第 1 カメラ 107 は、光ディスク表面や反射面に含まれるダスト等の検出を行う。

20 ここで、アパーチャ 109 と第 2 カメラ 110 によって凹凸を検知する方法について、第 4 図および第 5 図を参照して説明する。

第 4 図 A ないし第 5 図 B は、凹凸 126 のある光ディスク 125 の表面を 1 ラインずつライン C C D 129 によって読み取る一連の動作を表している。また、第 5 図 C は、上記一連の読み取り

25 動作が完了した後に得られた画像であり、各ラインは、第 4 図 A ないし第 5 図 B に示されたそれぞれのラインに対応している。

光ディスクの凹凸は、例えば、貼り合わせの際に泡を挟み込むことによって生じたり、ゴミ等の混入に起因する隆起によって発生する。第4図Aでは、光ディスク125のスキャンが凹凸126に差し掛かる直前の状態を示している。反射光128は、光
5 ディスク125の平坦部に反射してラインCCD129に入射する。また、アパーチャ127は、入射光のほぼ半分を遮っている。

次に、スキャンが進行し、入射光が凹凸126の端部に差し掛かった状態となり、この状態が第4図Bに示されている。ここで
10 反射光128は、凹凸126の傾斜のために、第4図Bに示すように、第4図Aのような通常の反射角とは異なる角度で反射し、ラインCCD129に入射する。

その後、スキャンは第4図Cに示すような状態になる。ここでは、ちょうど凹凸126の中央部に入射光が照射されており、その部分がほぼ平坦であるため、光ディスクからの反射光とほぼ平
15 行な反射光となり、ラインCCD129に入射する。

次に、入射光が凹凸126の他方の端部に差し掛かった状態となり、この状態が第5図Aに示されている。ここで反射光128
は、凹凸126の傾斜のために、第5図Aに示すように、平坦な光ディスクにおける反射角より大きな反射角で反射する。その結
20 果アパーチャ127に遮られて、反射光128は、ラインCCD129に入射しない。このように、反射光128がラインCCD129に入射しない状況は、第4図Cに示す状態の後、第5図Bに示す状態の直前まで続く。

第5図Bに示す状態では、入射光が凹凸126を通過し、通常
25 の反射角で反射することによって、反射光128がラインCCD129に入射されている。

第4図Aから第5図Bに示す一連のスキャン動作が終わると、ラインCCD129に読み取られた光ディスク125の画像は、概略、第5図Cに示すようになる。すなわち、凹凸126の部分は、前半にスキャンされた部分は明るくなり、後半にスキャンされた部分は、アパーチャ127のために暗くなる。このような画像により、光ディスク表面の凹凸の有無を容易に判断することが可能となる。

次に、従来の外観検査装置の第1カメラ107（ラインCCDと同様にイメージセンサとして機能する）によって、ダスト等の欠陥を撮影する態様について説明する。第6図は、従来の外観検査装置で1層構造のDVDを撮影する例を示す略線図である。1層構造のDVDでは、厚さが0.6mmの基板を2枚貼り合わせて1.2mmの厚みを有する構造とされ、情報読み取り面131と反射面130の間隔が0.6mmとなる。情報読み取り面131は光ディスクの表面であり、反射面130はピット面である。2層構造のDVD（例えば、DVD-9と称される片側から読み取られるディスク）では、2枚の基板がそれぞれ反射層および光半透過層を有し、貼り合わされる2枚の基板の間には厚さ40～70μmの中間層が配置される。

第6図は、1層構造のDVDについて示すものであるが、2層構造のDVDについても同様に検査がされる。2層構造の場合では、第1層と第2層のピットは、焦点距離を調整することで読み分けることができる。従って、以降では、1層構造のDVDについての態様を例示する。

情報読み取り面131から入射したライン状の光は、反射面130で反射し、再び情報読み取り面131を通過してラインCC

D 1 3 2 で検出される。ここで、反射面 1 3 0 に $100\text{ }\mu\text{m}$ の欠陥 1 3 3 が存在する場合を考えると、その欠陥部分からの反射光の光量は小さく、従って、ライン C C D 1 3 2 で検出される光量も小さくなる。その結果、ライン C C D 1 3 2 で撮影された画像
5 イメージでは、その欠陥 1 3 3 に対応する部分が、暗い実像 1 3 4 として現れる。また、図中、ライン C C D 1 3 2 として表されている面は、反射光の投影されるライン C C D 1 3 2 上の面を表している。

第 7 図は、従来の外観検査装置で B D 規格に対応する光ディスク
10 クを検査した場合の一態様を示す略線図である。B D 規格では、透明保護層（以下、カバー層と適宜称する）の厚さが約 0.1 mm であり、ディスク全体の厚さが 1.2 mm であり、情報読み取り面 1 4 1 と反射面 1 4 0 の間隔が約 0.1 mm となる。ここで、反射面 1 4 0 に $100\text{ }\mu\text{m}$ の欠陥 1 4 3 が存在する場合を考えると、その欠陥 1 4 3 からの反射光の光量は小さく、従って、ライン C C D 1 4 2 で検出される光量も小さくなる。その結果、撮影される画像イメージでは、その欠陥 1 4 3 に対応する部分が、暗い実像 1 4 4 として現れる。
15

第 8 図は、従来の外観検査装置で B D 規格に対応する光ディスク
20 クを検査した場合の一態様を示す略線図である。前述の通り、カバー層の厚さが約 0.1 mm である。ここで、反射面 1 4 0 に $50\text{ }\mu\text{m}$ の欠陥 1 4 3 が発生していると仮定すると、その欠陥部分からの反射光の光量は小さく、従って、ライン C C D で検出される光量も小さくなる。その結果、撮影された画像イメージでは、
25 その欠陥 1 4 3 に対応する部分が、暗い実像 1 4 4 として現れる。

また、特開平 9 - 2 5 7 7 2 0 号公報には、前述した第 1 図に

示すのと同様に、光ディスクに斜め方向からライン状の光を照射して、その光が光ディスクに反射する反射光と、光ディスクを透過する透過光をラインセンサによって検出し、光ディスクの欠陥を検査する方法・装置が記載されている。

- 5 しかしながら、斜めの入射光を利用する外観検査装置においては、カバー層が約 0.1 mm と薄く、情報読み取り面と反射面の間隔が小さい、BD 規格に対応する光ディスクの場合では、比較的大きなサイズの欠陥が情報読み取り面に発生した場合に、その欠陥を正確に把握することができないという問題がある。
- 10 この問題点について、第 9 図ないし第 12 図を参照して説明する。第 9 図は、従来の外観検査装置で 1 層構造の DVD を検査した場合の一態様を示す略線図である。前述の通り、DVD では、ピットが形成された反射面 130 と情報読み取り面 131 との距離が 0.6 mm である。ここで、100 μ m の大きさの欠陥 13
- 15 3 が情報読み取り面 131 に発生していると仮定する。そうすると、その欠陥 133 は、情報読み取り面 131 で反射してライン CCD 132 に実像 134 が投影される。さらに、欠陥 133 による影 136 が反射面 130 に生じ、それが反射してライン CCD 132 に虚像 135 が投影される。
- 20 このように、欠陥 133 が情報読み取り面 131 に存在する場合は、ライン CCD 132 で実像 134 と虚像 135 の 2 つの像が検出される。これは、光ディスクに対し斜めの入射角で光を照射しているためである。一方、第 6 図に示すように、欠陥 133 が反射面 130 に存在する場合は、ライン CCD 132 では 1 つ
- 25 の像、すなわち実像 134 のみが検出される。従って、欠陥に対応する像がいくつ検出されたかによって、その欠陥が情報読み取

り面 1 3 1 に存在するか、反射面 1 3 0 に存在するかを判定することができる。また、実像 1 3 4 と虚像 1 3 5 が比較的大きな間隔をもってライン C C D 1 3 2 上に投影されるのは、反射面 1 3 0 と情報読み取り面 1 3 1 との距離が 0.6 mm と比較的大きい
5 ことに起因している。

情報読み取り面 1 3 1 と反射面 1 3 0 の間に欠陥が生じる場合もあるが、その場合には、ライン C C D 1 3 2 上の実像 1 3 4 と虚像 1 3 5 の間隔が小さくなる。従って、この実像 1 3 4 と虚像 1 3 5 の間隔を計測することによって、その欠陥が反射面 1 3 0
10 からどのくらいの位置にあるのかを判定することができる。

第 1 0 図は、従来の外観検査装置で B D 規格に対応する光ディスクを検査した場合の別の態様を示す略線図である。前述の通り、この場合ではカバー層の厚さが約 0.1 mm である。ここで、50 μ m の欠陥 1 4 3 が情報読み取り面 1 4 1 に発生していると仮
15 定する。そうすると、入射光は情報読み取り面 1 4 1 で反射してライン C C D 1 4 2 上に実像 1 4 4 が形成される。さらに、欠陥 1 4 3 による影 1 4 6 が反射面 1 4 0 に生じ、それが反射してライン C C D 1 4 2 に虚像 1 4 5 が投影される。

ここでは、第 9 図に示す態様とは異なり、実像 1 4 4 と虚像 1 4 5 は比較的近接した位置に現れる。これは、反射面 1 4 0 と情報読み取り面 1 4 1 との距離が D V D と異なり 0.1 mm と小さいためである。
20

次に、第 1 1 図では、従来の外観検査装置で B D 規格に対応する光ディスクを検査した場合のさらに別の態様を表す略線図が示
25 されている。前述の通り、カバー層の厚さは約 0.1 mm である。ここでは、100 μ m の欠陥 1 4 3 が情報読み取り面 1 4 1 に存

在している。そうすると、その欠陥 1 4 3 は、情報読み取り面 1 4 1 で反射してライン C C D 1 4 2 に実像 1 4 4 が投影される。さらに、欠陥 1 4 3 による影 1 4 6 が反射面 1 4 0 に生じ、それが反射してライン C C D 1 4 2 に虚像 1 4 5 が投影される。

- 5 この場合、ライン C C D 1 4 2 上に形成された実像 1 4 4 と虚像 1 4 5 は互いに接して一つの像を形成する。これは、光源が斜めに入射し、カバー層の厚さが約 0.1 mm と薄く、かつ欠陥 1 4 3 のサイズが大きいために生じる現象である。

- 次に、第 1 2 図を参照して、光ディスク 1 4 0 の検査において、
10 様々なサイズの欠陥がライン C C D 上の像としてどのように把握されるかについて説明する。

- 第 1 2 図 A は、情報読み取り面の欠陥 1 4 3 が 50 μ m である場合に、ライン C C D 上の像として、欠陥 1 4 3 に対応する 50 μ m の実像 1 4 4 と、欠陥 1 4 3 に対応する 50 μ m の虚像 1 4
15 5 が形成され、この 2 つの像の間に所定の間隔が存在する状態を表している。これは、前述した第 1 0 図の場合と同様である。実像 1 4 4 と虚像 1 4 5 の間にある空白のために、その後の処理では、これらの像を別個に、かつそれぞれの像を、欠陥のサイズと同じサイズとして把握することが可能である。

- 20 第 1 2 図 B は、情報読み取り面の欠陥 1 4 3 が 100 μ m である場合に、ライン C C D 上の像として、欠陥 1 4 3 に対応する 100 μ m の実像 1 4 4 と、欠陥 1 4 3 に対応する 100 μ m の虚像 1 4 5 が形成され、この 2 つの像が互いに接している状態を表している。これは、前述した第 1 1 図の場合と同様である。実像
25 1 4 4 と虚像 1 4 5 が接しているために、これらの 2 つの像は連結され、200 μ m の大きさの 1 つの像として把握される。

第 1 2 図 C は、情報読み取り面の欠陥 1 4 3 が $150\text{ }\mu\text{m}$ である場合に、ライン C C D 上の像として、欠陥 1 4 3 に対応する $150\text{ }\mu\text{m}$ の実像 1 4 4 と、欠陥 1 4 3 に対応する $150\text{ }\mu\text{m}$ の虚像 1 4 5 が形成され、この 2 つの像が互いに重複している状態を表している。実像 1 4 4 と虚像 1 4 5 の重複部分は $50\text{ }\mu\text{m}$ である。この重複のために、これらの 2 つの像は、全体で 1 つの像として把握され、そのサイズは $250\text{ }\mu\text{m}$ である。

第 1 2 図 B、第 1 2 図 C から分かるように、この例では、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上のサイズの欠陥が情報読み取り面に発生した場合、虚像の存在によって、ライン C C D には、その欠陥のサイズ以上の像が形成され、1 つの欠陥と認識される。従って、例えば、欠陥の許容サイズが $150\text{ }\mu\text{m}$ までである場合、実際の欠陥のサイズが $100\text{ }\mu\text{m}$ から $150\text{ }\mu\text{m}$ の間であっても、従来の外観検査装置では、実像と虚像とを一体化して実際より大きく判断するため、最終的には不良品と判断されてしまう。このような誤った判断は、適切な品質管理を阻害し、最終的には製造コストを引き上げる結果にもなる。

従って、この発明の目的は、B D 規格に対応する光ディスク等の、薄い透明保護層を有する光ディスクの情報読み取り面に、比較的大きな欠陥が発生している場合であっても、正確にその欠陥のサイズを把握することができる外観検査装置を提供することにある。

発明の開示

この発明は、ライン状平行光を受光して第 1 のライン状平行光と第 2 のライン状平行光に分光し、第 1 のライン状平行光を検査

対象の表面のライン状領域に対し垂直に照射するよう配置される少なくとも1つのビーム・スプリッタと、

第1のライン状平行光がライン状領域で反射する第1の反射光を受光する第1のイメージセンサと、

- 5 第2のライン状平行光を検査対象の表面のライン状領域に斜めに照射するよう配置される少なくとも1つのミラーと、

第2のライン状平行光がライン状領域で反射する第2の反射光を受光する第2のイメージセンサとを有することを特徴とする外観検査装置である。

- 10 この発明によれば、従来、光ディスクの表面に対して斜めに入射されていた光に加えて、光ディスクの表面に対して垂直に入射される光が提供され、さらにそれぞれの反射光の光量がイメージセンサによって検出されるため、BD規格に対応する光ディスクのような薄いカバー層を有する光ディスクの情報読み取り面に、
- 15 比較的大きな欠陥が発生している場合であっても、正確にその欠陥を把握することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、外観検査の原理の説明に使用する斜視図である。

- 20 第2図は、従来の外観検査装置の構成を示す略線図である。

第3図は、光ディスクと照射される光の関係を示す略線図である。

第4図は、アパーチャを使用して凹凸の検出をするための一連の動作を示す略線図である。

- 25 第5図は、アパーチャを使用して凹凸の検出をするための一連の動作を示す略線図である。

第 6 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合の一態様を示す略線図である。

第 7 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合の別の態様を示す略線図である。

5 第 8 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

第 9 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

10 第 10 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

第 11 図は、従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

第 12 図は、欠陥の大きさによって CCD 上の像がどのように形成されるかを示した略線図である。

15 第 13 図は、この発明の第 1 の実施形態に係る外観検査装置の構成を示す略線図である。

第 14 図は、この発明の第 1 の実施形態に係る外観検査装置によって欠陥を検査する場合の一態様を示す略線図である。

20 第 15 図は、この発明の第 1 の実施形態に係る外観検査装置によって欠陥を検査する場合の別の態様を示す略線図である。

第 16 図は、この発明の第 2 の実施形態に係る外観検査装置の構成を示す略線図である。

発明を実施するための最良の形態

25 以下、この発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。
この発明は、従来、検査対象の表面に斜めに入射する光に加え、

垂直に入射する光も利用して欠陥を検出するものである。また、斜めに入射する光と垂直に入射する光を提供するために、光源からの光を最初にビーム・スプリッタによって分光する。これによって、2系統の光路を作り出し、従来の外観検査装置の問題点を
5 解消している。

最初に、この発明の第一の実施形態の外観検査装置1の構成について、第13図を参照して説明する。外観検査装置1は、光源2、レンズ3、7、12、ビーム・スプリッタ4、10、ミラー5、6、アパーチャ8、第1カメラ13、第2カメラ9、および
10 ディスク駆動装置16を備えている。ディスク駆動装置は、下面に配置される場合も有る。

ここで、ビーム・スプリッタ4から、ビーム・スプリッタ10、BD規格に対応する光ディスク（以下、同様）15を順に経過して進む光は、第1のライン状平行光に対応し、この光の反射光として光ディスク15から、ビーム・スプリッタ10、レンズ12、
15 第1カメラ13を順に経過して進む光は、第1の反射光に対応し、ビーム・スプリッタ4から、ミラー5、光ディスク15を順に経過して進む光は、第2のライン状平行光に対応し、この光の反射光として光ディスク15、ミラー6、レンズ7、アパーチャ8、
20 第2カメラ9を順に経過して進む光は、第2の反射光に対応する。

また、ビーム・スプリッタ4は第1のビーム・スプリッタに対応し、ビーム・スプリッタ10は第2のビーム・スプリッタに対応し、ミラー5、6がミラーに対応する。

光源2は、例えば、ハロゲンランプや赤色LED等の一般的な
25 光源である。光源2から出た光は、一般に拡散するが、これをレンズ3でライン状の平行光とし、45°に傾けられたビーム・ス

プリッタ 4 に入射する。光源 2 からの光を平行光とする主な理由は、光を拡散させずに大きな照度を確保するためである。ここで、平行光は、ほぼ平行であれば良く、厳密な意味での平行光をさすものではない。

- 5 ビーム・スプリッタ 4 に入射した光の 50% は、反射してビーム・スプリッタ 10 に進み、残りの 50% は、ミラー 5 に進む。ビーム・スプリッタ 10 に入射した光のうち半分は、反射して光ディスク 15 に対して垂直に入射し、残りは、例えば、乱反射防止のための光吸収暗幕シート 11 に入射し、吸収される。光ディスク 15 から反射した反射光は、今度はビーム・スプリッタ 10 を通過し、さらにレンズ 12 を通過して第 1 カメラ 13 に入り結像する。光ディスク 15 に照射される光の照度は、ビーム・スプリッタ 4 とビーム・スプリッタ 10 をそれぞれ 1 回経由するために、光源 2 の照度の 25% となる。一方、第 1 カメラ 13 に入る
- 10 光の照度は、ビーム・スプリッタ 4 を 1 回、ビーム・スプリッタ 10 を 2 回経由するために、光源 2 の照度の 12.5% となる。

- また、レンズ 12 と、第 1 カメラ 13 に付属するレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。レンズには、撮像できる範囲を角度で表した「画角」というものがあり、画角は、
- 20 主光線が主軸となす角度を全角で表した値ということになる。従来のレンズ製品の場合、ある所定の画角を持っているため、遠近の位置関係にある、異なる物空間距離にある被写体を撮像した場合に、レンズに近い距離に位置する被写体の方が、レンズに遠い距離に位置する被写体よりも大きく映るといった現象がおこる。
- 25 このような現象は、正確な計測を行おうとする場合には好ましいものではない。

テレセントリックレンズが従来のレンズと大きく異なるのは、この画角が 0° に限りなく近いことである。このようなレンズによって、被写体の遠近にかかわらず、その寸法や位置を正確に計測することができる。

- 5 ビーム・スプリッタ 4 を通過した光源の照度の 50 % の光は、ミラー 5 で反射して、光ディスク 15 に対して斜め方向から入射し、光ディスク 15 で反射した光はミラー 6 に入射する。ここでの入射角は、従来の外観検査装置と同様、 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 程度とすることができる。ミラー 6 に入射した光は、レンズ 7 を通過後、
- 10 その半分がアパーチャ 8 で遮られ、第 2 カメラ 9 に入り結像する。従って、第 2 カメラ 9 には、光源 2 の照度の 25 % の光が入射している。また、ここでも、レンズ 7 と第 2 カメラ 9 に付属のレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。

- 光ディスク 15 の 1 ラインについて撮影が終了したら、ステッ
- 15 ピングモータ等から構成されるディスク駆動装置 16 によって、光ディスク 15 を僅かに回転させ、隣の 1 ラインにライン状の平行光が照射されるようにして撮影を行う。こうして、光ディスク 15 が 1 回転するまで照射と撮影が繰り返される。なお、上記光ディスク 15 の回転は、記録・再生時と同じ回転軸で行われる。

- 20 上述した、この発明の構成により、第 1 カメラ 13 は、検査対象である光ディスク 15 を垂直方向から撮影することができ、これによって、撮影された欠陥の像は常に実像のみで構成され、正しい欠陥のサイズを得ることができる。一方、第 2 カメラ 9 には、光ディスク 15 に対して斜めに入射された光の反射光が提供され
- 25 るため、従来の外観検査装置と同様に、主として光ディスク表面の凹凸の検出に有効な撮影を行うことができる。

ここで、光ディスク 15 を垂直方向から撮影することにより、実像のみが得られ、虚像が生じないようになる点を、第 14 図および第 15 図を参照して説明する。第 14 図には、光ディスク 15 の情報読み取り面 21 に $50\ \mu\text{m}$ の大きさの欠陥が存在する場合の例が示されている。光源 2 からの光は、ビーム・スプリッタ 25 で反射して、50% が光ディスク 15 に垂直に入射する。入射光は、情報読み取り面 21 と反射面 20 でそれぞれ反射して、ビーム・スプリッタ 25 を通過してライン CCD 22 に入射し、その結果、欠陥 23 に対応する実像 24 がライン CCD 22 上に
10 投影される。

反射面 20 における欠陥 23 の影 26 は結局、情報読み取り表面 21 の反射による実像 24 と同じエリアに投影され、虚像が形成されることはない。このことは、第 10 図で虚像 145 が形成されていたのとは対照的である。

15 第 15 図には、光ディスク 15 の情報読み取り面 21 に $100\ \mu\text{m}$ の大きさの欠陥が存在する場合の例が示されている。光源 2 からの光は、ビーム・スプリッタ 25 で反射して、50% が光ディスク 15 に垂直に入射する。入射光は、情報読み取り面 21 と反射面 20 でそれぞれ反射して、ビーム・スプリッタ 25 を通過
20 してライン CCD 22 に入射し、その結果、欠陥 23 に対応する実像 24 がライン CCD 22 上に投影される。

この場合も、第 14 図の場合と同様に、虚像が形成されることはない。このことは、第 11 図で虚像 145 が形成されていたのとは対照的である。さらに、第 11 図の場合は、この虚像 145
25 によって欠陥のサイズが誤って認識されていたが、この発明による上記実施形態では、そのような誤認のおそれはない。

次に、この発明の第2の実施形態の構成について、第16図を参照して説明する。第2の実施形態は、第1カメラへの入射光の照度を高くしてS/N比（Signal - to - Noise Ratio）を改善し、欠陥の検出能力を高めると共に、照度が高いために第1カメラの露光時間を短くした結果、検査時間を短くしたものである。

第2の実施形態に係る外観検査装置51は、光源58、レンズ54、59、61、ビーム・スプリッタ60、ミラー55、56、57、アパーチャ53、第1カメラ62、第2カメラ52、およびディスク駆動装置66を備えている。

10 ここで、ビーム・スプリッタ60から光ディスク65に進む光は、第1のライン状平行光に対応し、この光の反射光として光ディスク65から、ビーム・スプリッタ60、レンズ61、第1カメラ62を順に経由して進む光は、第1の反射光に対応し、ビーム・スプリッタ60から、ミラー57、ミラー56、光ディスク
15 65を順に経由して進む光は、第2のライン状平行光に対応し、この光の反射光として光ディスク65、ミラー55、レンズ54、アパーチャ53、第2カメラ52を順に経由して進む光は、第2の反射光に対応する。また、ミラー57、56およびミラー55がミラーに対応する。

20 光源58から、レンズ59を介してビーム・スプリッタ60に入射した光の50%は、反射して光ディスク65に垂直に入射し、残りの50%は、ビーム・スプリッタ60を通過してミラー57に進む。

ビーム・スプリッタ60からの光は光ディスク65で垂直に反
25 射し、その反射光は、今度はビーム・スプリッタ60を通過し、さらにレンズ61を通過して第1カメラ62に入り結像する。第

1 カメラ 6 2 に入射する光の照度は、ビーム・スプリッタ 6 0 を
2 回経由しているために、光源 5 8 の照度の 2 5 % となり、第 1
の実施形態における 1 2 . 5 % の 2 倍となっている。

また、レンズ 6 1 と、第 1 カメラ 6 2 に付属するレンズは、対
5 となってテレセントリックレンズを構成する。

ビーム・スプリッタ 6 0 を通過してミラー 5 7 に進んだ光源 5
8 の照度 5 0 % の光は、ミラー 5 7、およびミラー 5 6 で反射し
て、光ディスク 6 5 に対して斜め方向から入射し、光ディスク 1
5 で反射した光はミラー 5 5 に入射する。ここで、光ディスク 6
10 5 への入射角は、従来の外観検査装置と同様、3 0 ° ~ 4 5 ° 程
度とすることができる。ミラー 5 5 に入射した光は、レンズ 5 4
を通過後、その半分がアパーチャ 5 3 で遮られ、第 2 カメラ 5 2
に入り結像する。ここでも、レンズ 5 4 と第 2 カメラ 5 2 に付属
のレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。

15 この構成では、第 1 カメラ 6 2 に入射する照度を第 1 の実施形
態より大きくすることができたが、従来の外観検査装置の第 1 カ
メラ 1 0 7 には光源 1 0 1 の照度の 5 0 % の光が提供されている。
しかしながら、上記 5 0 % の光は、欠陥の撮影という観点からは
十分余裕のあるレベルであり、第 2 の実施形態のように光源の 2
20 5 % の光が提供されていれば十分であると考えられる。さらに、
第 2 の実施形態では、使用するビーム・スプリッタは 1 つであり、
光吸収暗幕シートは不要である。

光ディスク 6 5 の 1 つのライン状領域について撮影が終了した
ら、ステッピングモータ等から構成されるディスク駆動装置 6 6
25 によって、光ディスク 6 5 を僅かに回転させ、隣のライン状領域
にライン状の平行光が照射されるようにして撮影を行う。こうし

て、光ディスク 6 5 が 1 回転するまで照射と撮影が繰り返される。

この発明の第 1 の実施形態および第 2 の実施形態の外観検査装置とともに、光ディスク 1 5、6 5 の表面に垂直に光を照射し、その反射光を撮影しようとするものであるため、光ディスク 1 5、
5 6 5 表面の照射ラインと、第 1 カメラ 1 3、6 2 を結ぶ線上には、必要なレンズ 1 2、6 1、およびビーム・スプリッタ 1 0、6 0 以外を配置することは基本的にできない。光源 2、5 8 や第 2 カメラ 9、5 2 等は、そのような制限のなかで配置される。

また、ビーム・スプリッタ 6 0 は、様々な反射／透過比（R／
10 T 比）のものがあ、例えば、第 1 カメラ 6 2 および第 2 カメラ 5 2 の能力に応じてこれを取り替えることによって、第 1 カメラ 6 2 および第 2 カメラ 5 2 への光量の分配を調整することができる。

なお、この例では、装置スペース削減の観点からミラー 5 6 お
15 よびミラー 5 7 を用いているが、部品点数を減らすために、この部分を 1 枚のミラーで構成することもできる。

また、この発明の実施形態に関しては、B D 規格に対応する光ディスクの外観検査を実施する外観検査装置について説明してきたが、従来通り C D や D V D の検査に用いることもでき、さらに
20 他の光ディスクについて用いることも可能である。また、光ディスクのような円形のもののみならず、様々な形状の外観検査を行うことが可能である。

例えば、テープ状の記録媒体の外観検査にこの発明の外観検査装置を適用することもでき、その場合には、ディスク駆動装置 1
25 6、6 6 の代わりに、記録媒体を巻き取る巻き取りローラや、挟んで送り出す送り出しローラなどの送出手段を配置する必要がある。

る。

さらに、この発明の実施形態に関しては、光ディスクの撮像をラインCCDを用いて行っているが、他のラインセンサ（例えば、MOS（Metal Oxide Semiconductor）型撮像素子、CMOS

5 （Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサー等）で実現することもできる。また、この発明では、ライン状の入射光に対する反射光を、その光の形態に合わせてラインCCDで撮影しているが、入射光の形態や撮影イメージの処理方法に関して整合性を保つことができれば二次元センサを利用することも可能で

10 ある。

請 求 の 範 囲

1. ライン状平行光を受光して第1のライン状平行光と第2のライン状平行光に分光し、前記第1のライン状平行光を検査対象の表面のライン状領域に対し垂直に照射するよう配置される少なくとも1つのビーム・スプリッタと、

前記第1のライン状平行光が前記ライン状領域で反射する第1の反射光を受光する第1のイメージセンサと、

前記第2のライン状平行光を前記検査対象の表面のライン状領域に斜めに照射するよう配置される少なくとも1つのミラーと、

- 10 前記第2のライン状平行光が前記ライン状領域で反射する第2の反射光を受光する第2のイメージセンサとを有することを特徴とする外観検査装置。

2. 請求の範囲1に記載の外観検査装置において、

- 15 前記ビーム・スプリッタに受光される前記ライン状平行光は、光源からの光を受光する第1のレンズによって生成されることを特徴とする外観検査装置。

3. 請求の範囲1に記載の外観検査装置において、

さらに、前記第1のイメージセンサが前記第1の反射光を受光する前に、前記第1の反射光を受光する第2のレンズを有し、

- 20 前記第1のイメージセンサは第3のレンズを含み、

前記第2のレンズと前記第3のレンズがテレセントリックレンズを構成することを特徴とする外観検査装置。

4. 請求の範囲1に記載の外観検査装置において、

- 25 さらに、前記第2のイメージセンサが前記第2の反射光を受光する前に、前記第2の反射光を受光する第4のレンズを有し、

前記第2のイメージセンサは第5のレンズを含み、

前記第 4 のレンズと前記第 5 のレンズがテレセントリックレンズを構成することを特徴とする外観検査装置。

5. 請求の範囲 4 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記第 2 のイメージセンサが前記第 2 の反射光を受光する前に、前記第 2 の反射光の一部を遮断するアパーチャを有することを特徴とする外観検査装置。

6. 請求の範囲 1 に記載の外観検査装置において、

前記ビーム・スプリッタが 1 つであり、

前記ビーム・スプリッタで反射した光が前記第 1 のライン状平行光であり、前記ビーム・スプリッタを透過した光が前記第 2 のライン状平行光であることを特徴とする外観検査装置。

7. 請求の範囲 1 に記載の外観検査装置において、

前記ビーム・スプリッタが、第 1 のビーム・スプリッタおよび第 2 のビーム・スプリッタの 2 つであり、

15 前記第 1 のビーム・スプリッタで反射した光が第 2 のビーム・スプリッタで受光され、前記第 1 のビーム・スプリッタを透過した光が前記第 2 のライン状平行光であり、

前記第 2 のビーム・スプリッタで反射した光が前記第 1 のライン状平行光であることを特徴とする外観検査装置。

20 8. 請求の範囲 1 に記載の外観検査装置において、

前記検査対象が光ディスクであり、

前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が、前記光ディスクの半径方向の 1 つの前記ライン状領域に照射され、

前記第 1 のイメージセンサおよび前記第 2 のイメージセンサが、
25 それぞれラインセンサで構成されることを特徴とする外観検査装置。

9. 請求の範囲 8 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記光ディスクを回転させるディスク駆動手段を有し、

前記第 1 のイメージセンサが、受光した前記第 1 の反射光を撮影し、前記第 2 のイメージセンサが、受光した前記第 2 の反射光
5 を撮影した後に、前記ディスク駆動手段が、前記光ディスクの隣のライン状領域に前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が照射されるよう前記光ディスクを回転させることを特徴とする外観検査装置。

10. 請求の範囲 1 に記載の外観検査装置において、

10 前記検査対象がテープ状の記録媒体であり、

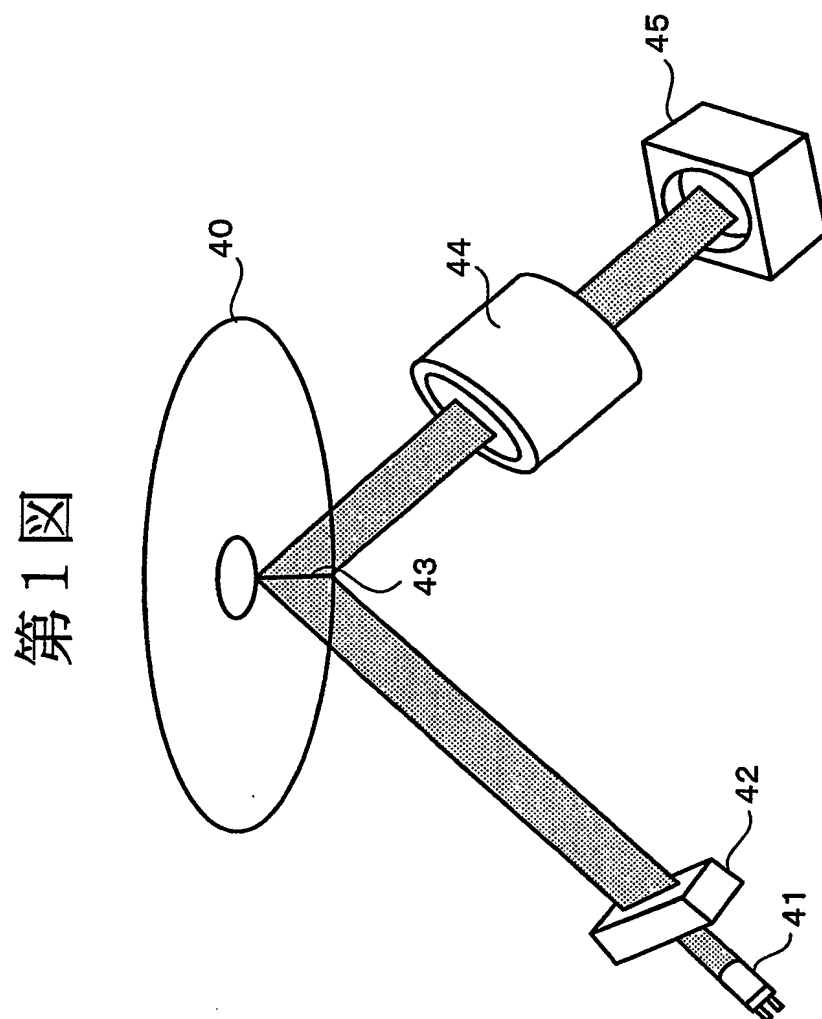
前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が、前記記録媒体の長手方向に垂直な 1 つのライン状領域に照射され、

前記第 1 のイメージセンサおよび前記第 2 のイメージセンサが、それぞれラインセンサで構成されることを特徴とする外観検査装
15 置。

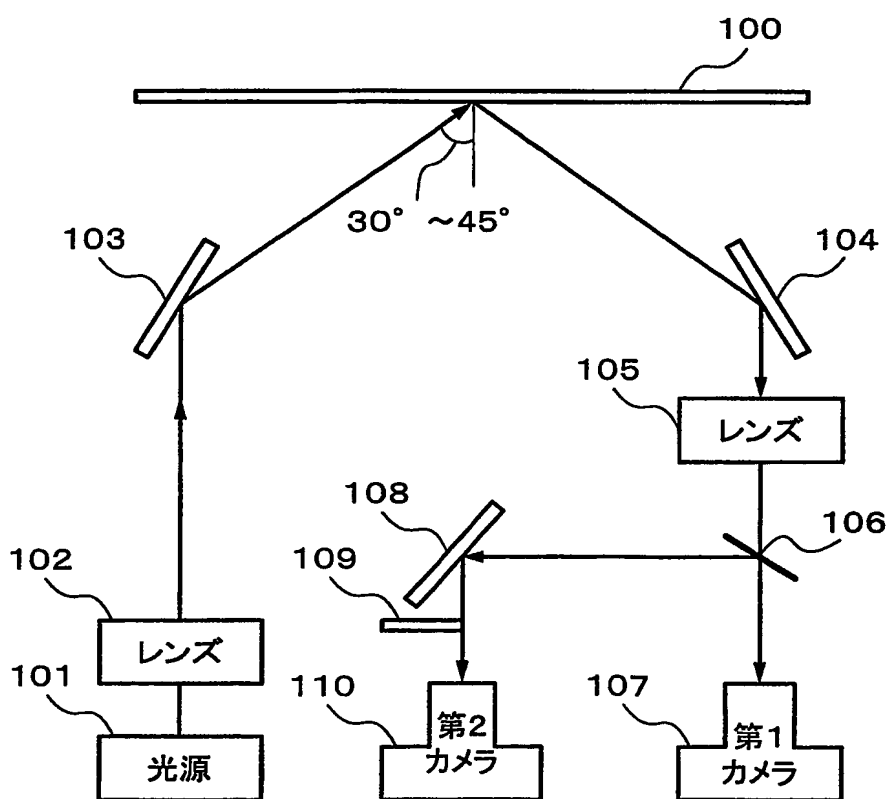
11. 請求の範囲 10 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記記録媒体を送出する送出手段を有し、

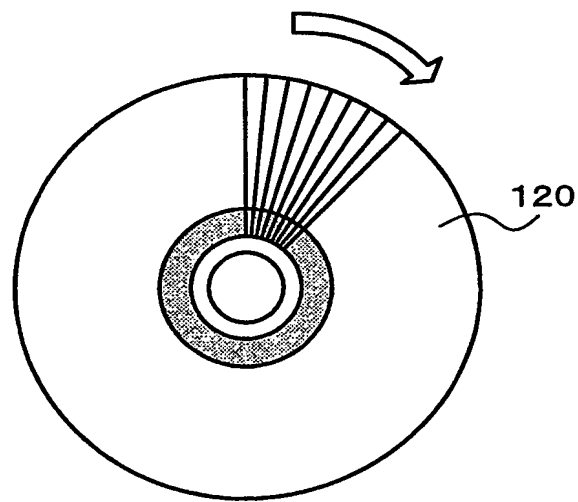
前記第 1 のイメージセンサが、受光した前記第 1 の反射光を撮影し、前記第 2 のイメージセンサが、受光した前記第 2 の反射光
20 を撮影した後に、前記送出手段が、前記記録媒体の隣のライン状領域に前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が照射されるよう前記記録媒体を移動させることを特徴とする外観検査装置。



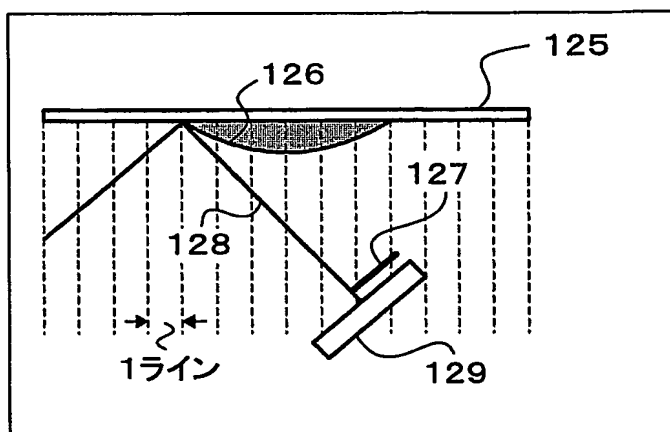
第2図



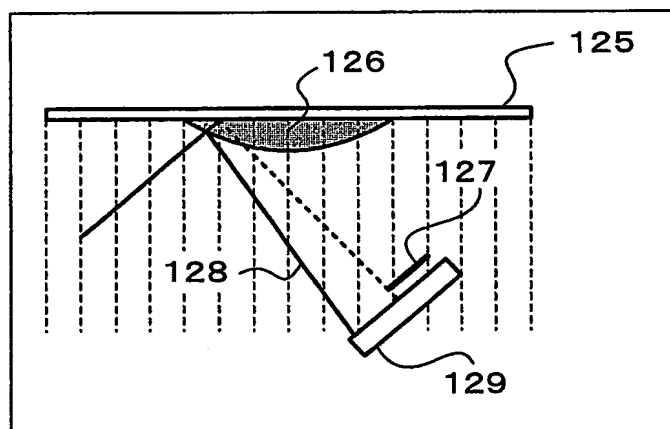
第3図



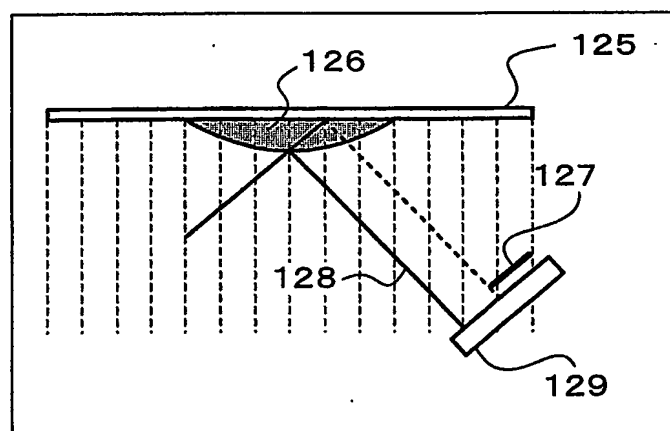
第4図A



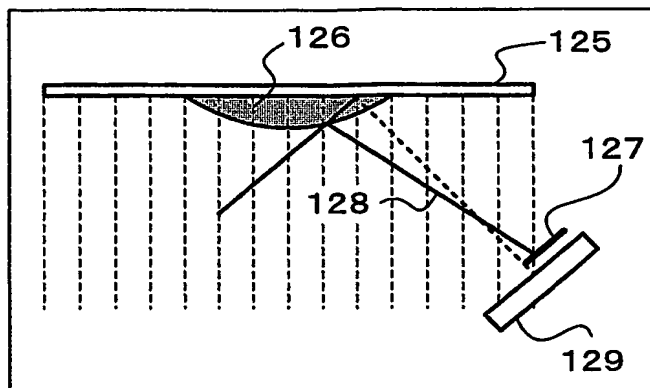
第4図B



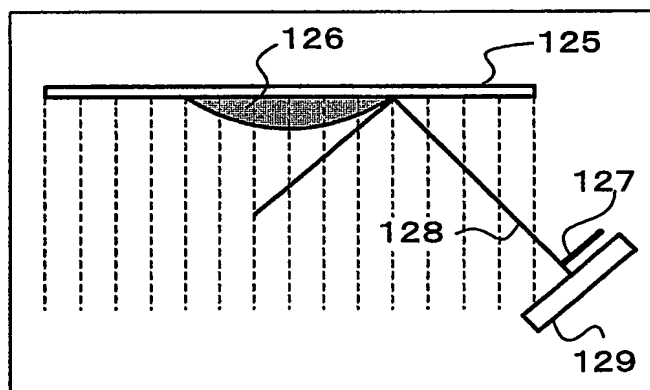
第4図C



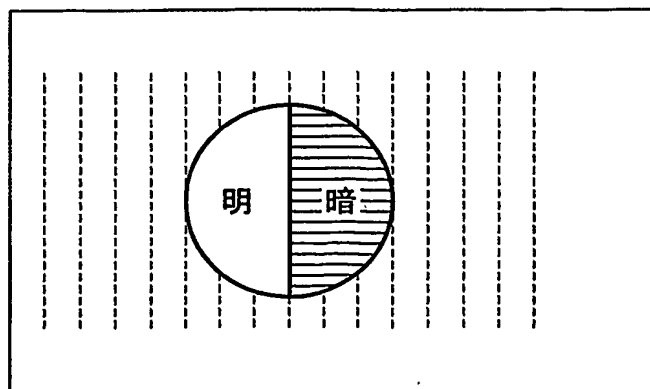
第5図A



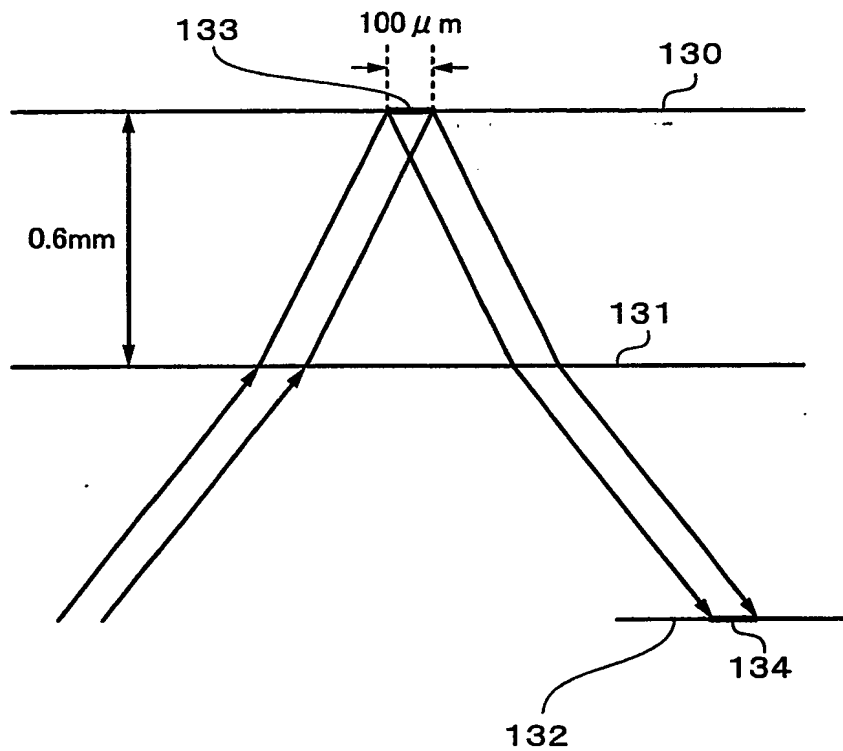
第5図B



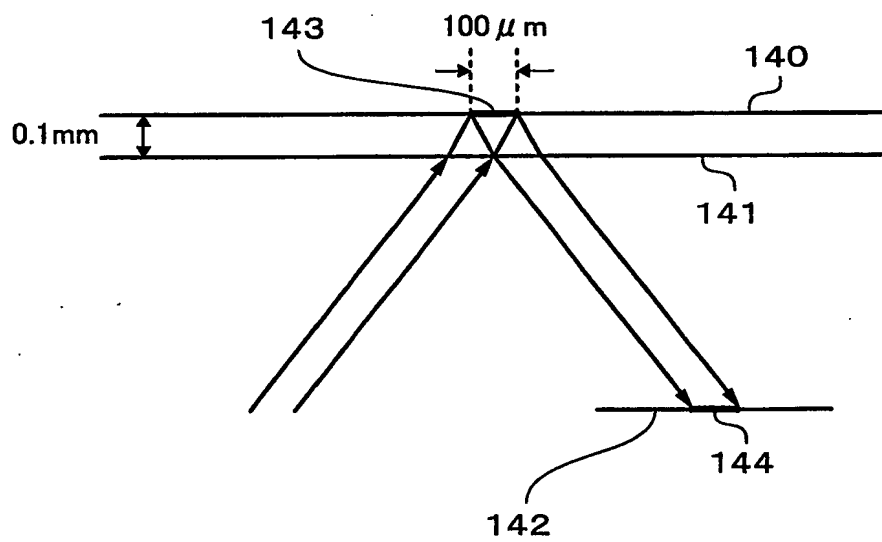
第5図C



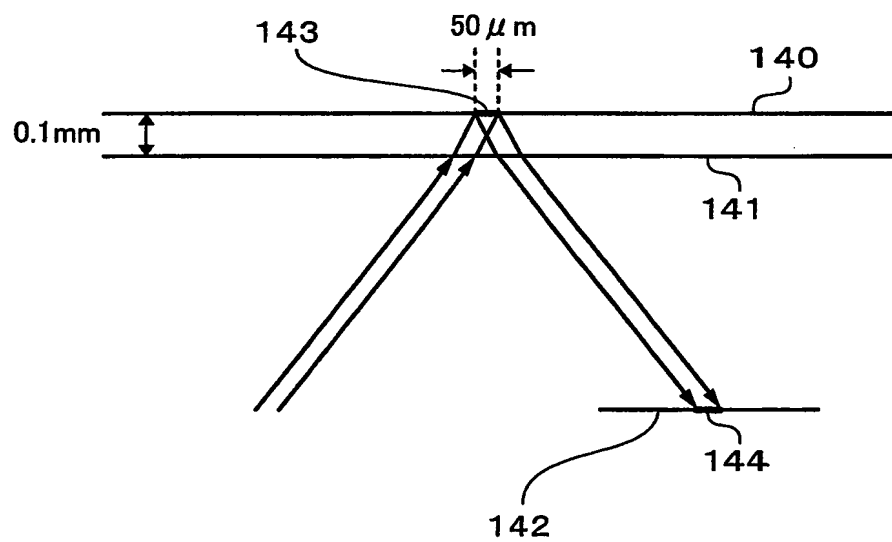
第6図



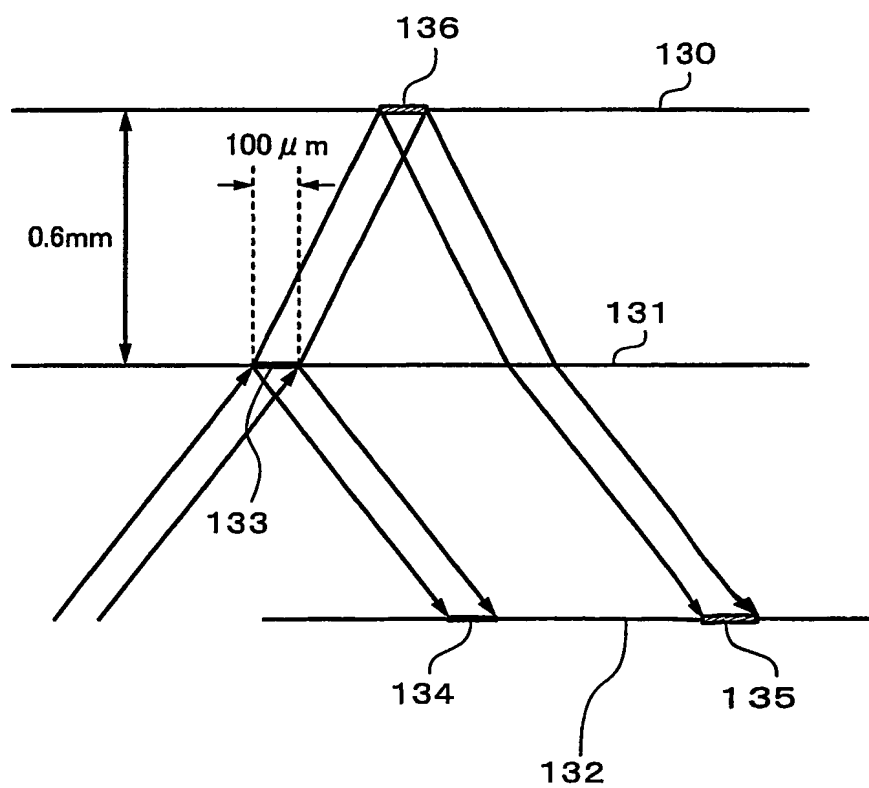
第 7 図



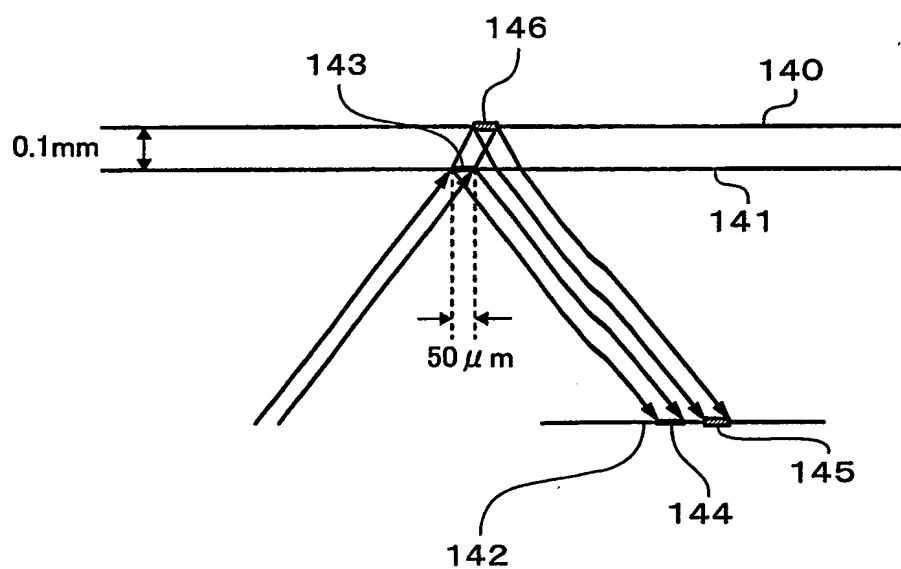
第 8 図



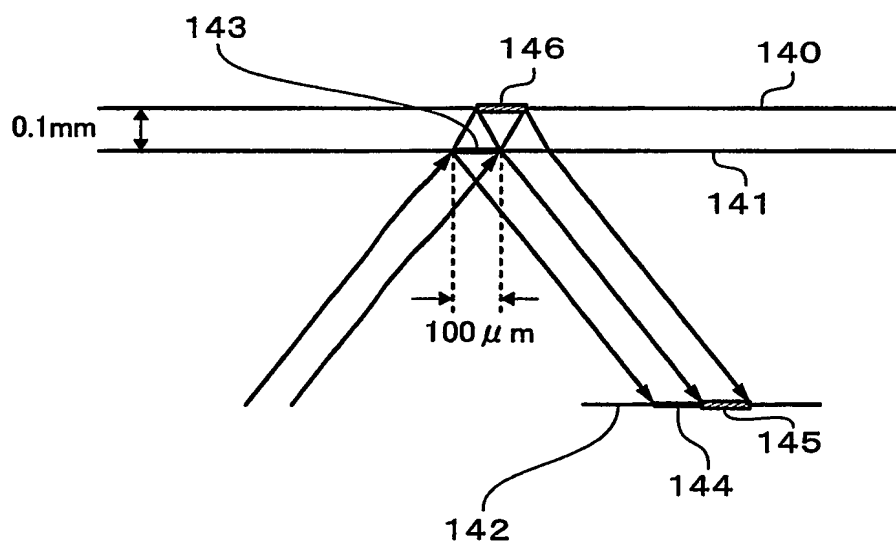
第9図



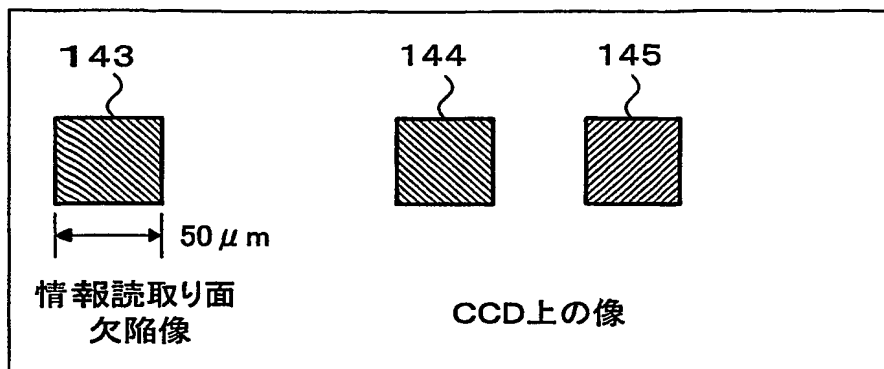
第 1 0 図



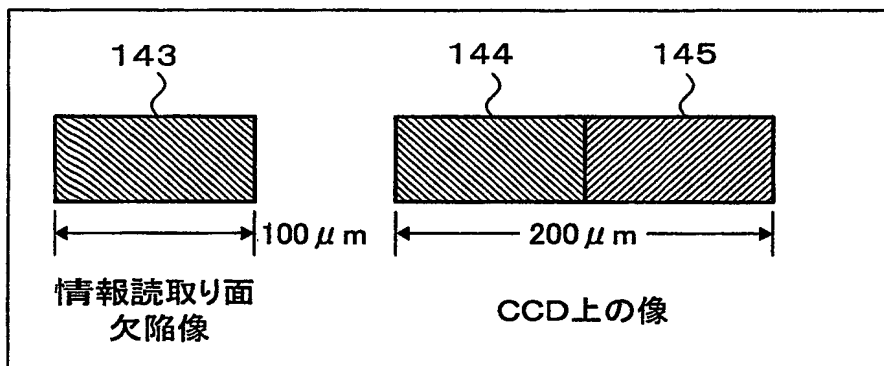
第 1 1 図



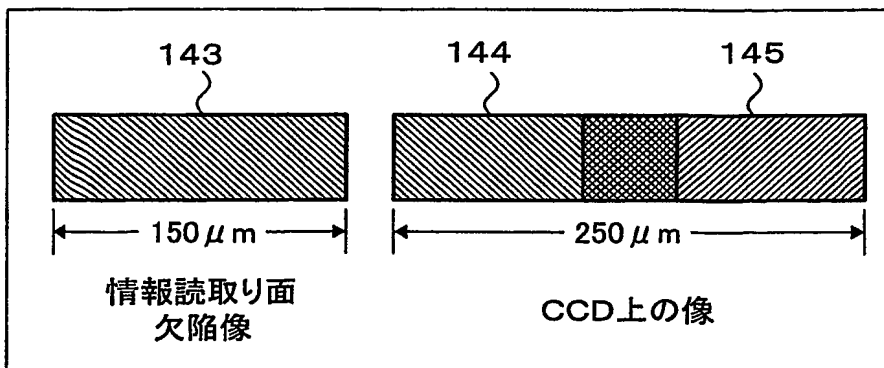
第 1 2 図 A



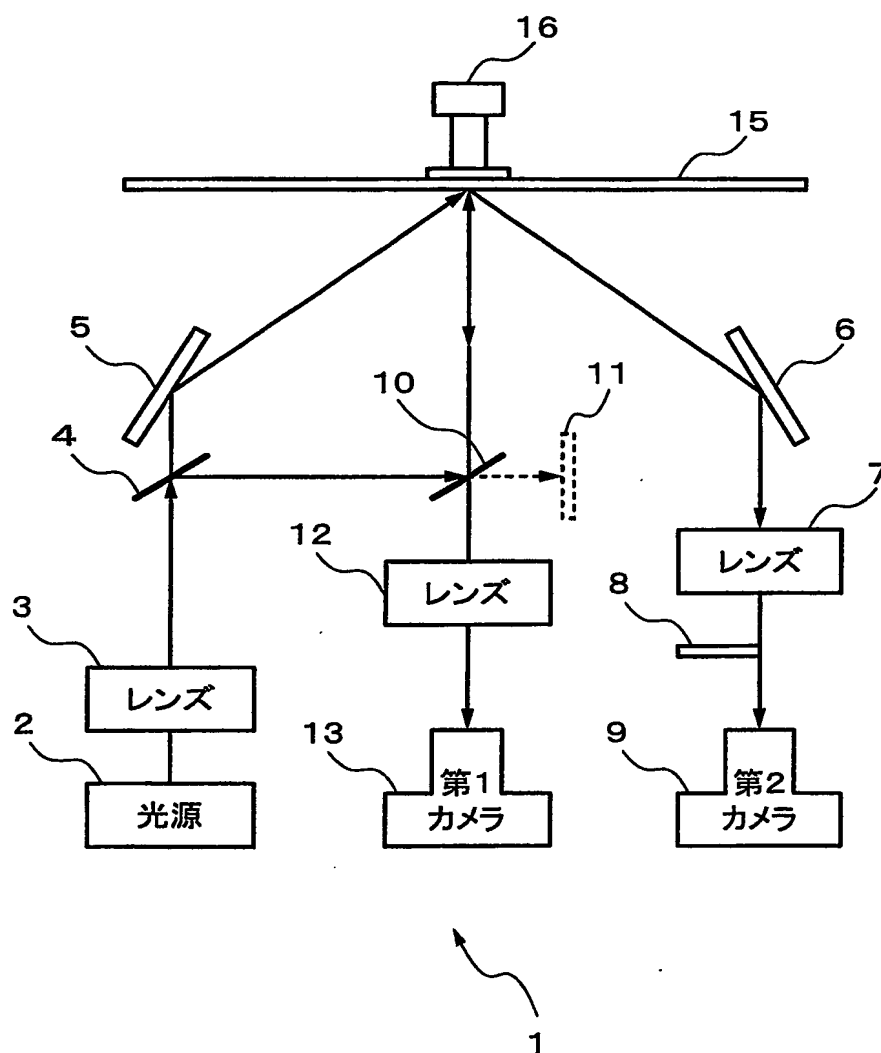
第 1 2 図 B



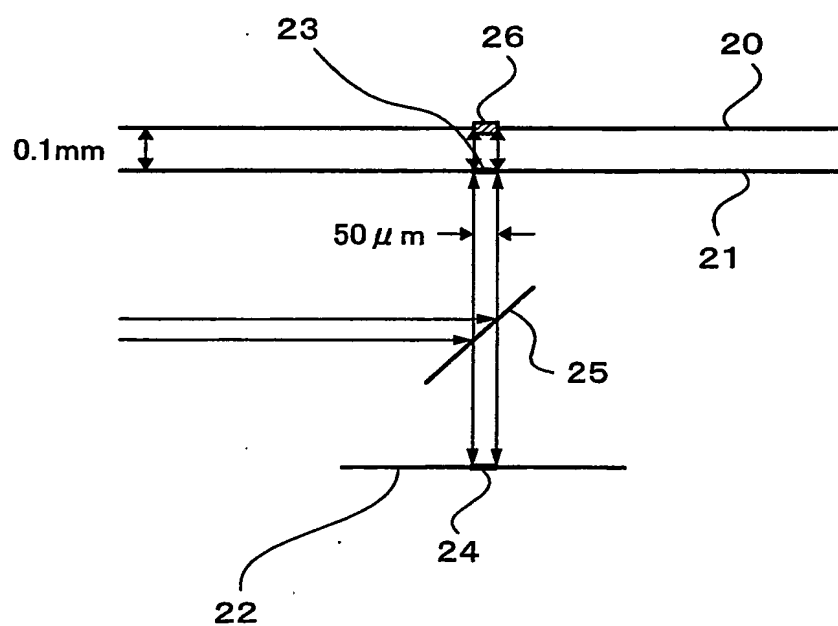
第 1 2 図 C



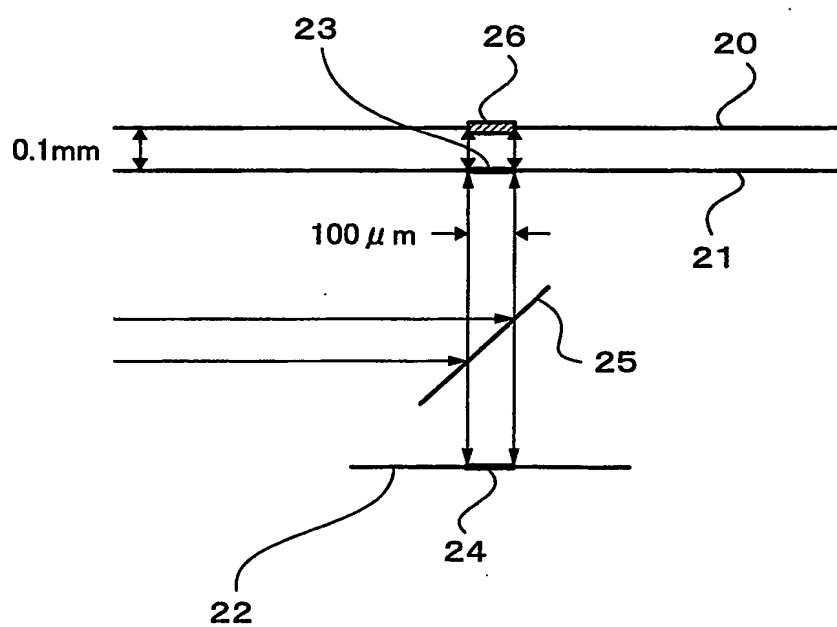
第 1 3 図



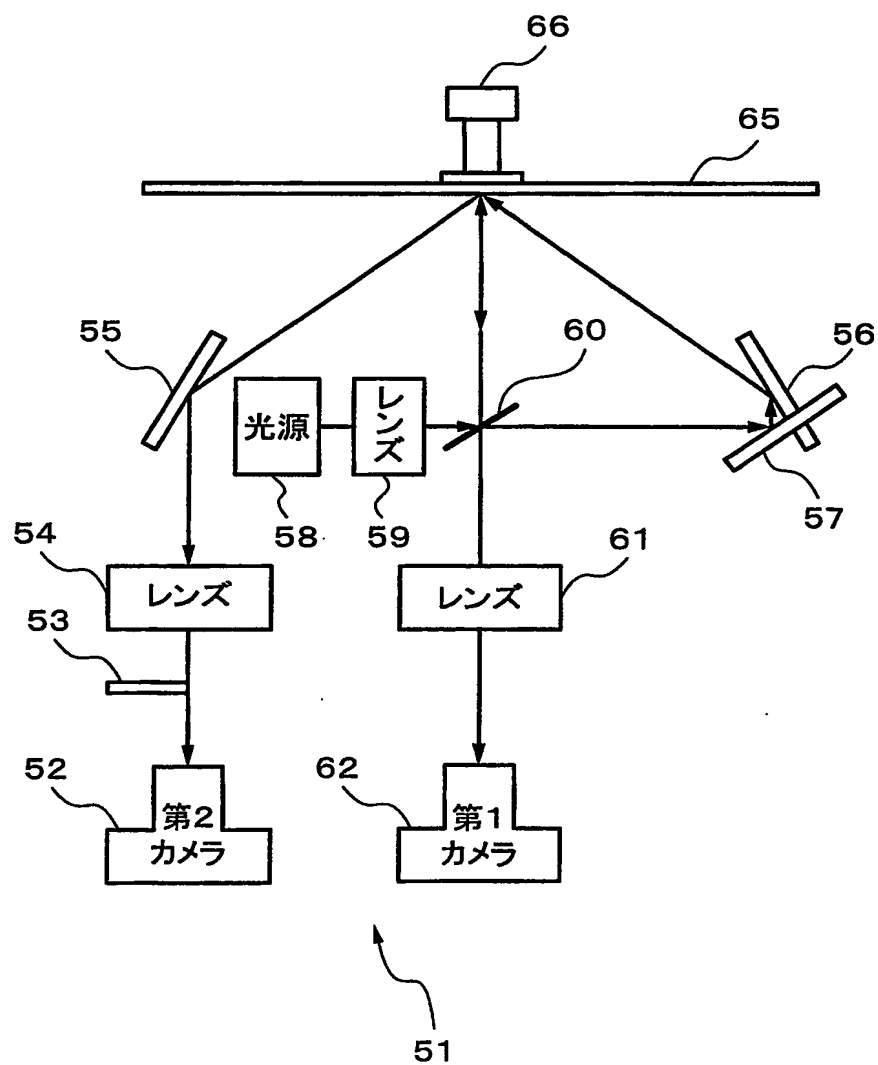
第 1 4 図



第 1 5 図



第16図



符号の説明

1, 5 1	外観検査装置
2, 5 8	光源
3, 7, 1 2, 5 4, 5 9, 6 1	レンズ
8, 5 3	アパーチャ
9, 5 2	第 2 カメラ
1 3, 6 2	第 1 カメラ
5, 6, 5 5, 5 6, 5 7	ミラー
4, 1 0, 6 0	ビーム・スプリッタ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01N21/95, G11B7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01N21/84-21/958, G11B7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-168793 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 14 June, 2002 (14.06.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5, 8, 10
A	JP 7-320306 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 08 December, 1995 (08.12.95), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 8, 9
A	JP 59-92846 U (Victor Company Of Japan, Ltd.), 23 June, 1984 (23.06.84), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 8, 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2005 (18.01.05)

Date of mailing of the international search report
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/95, G11B7/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/84-21/958, G11B7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-168793 A (富士写真フイルム株式会社) 2002.06.14, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 3, 5, 8, 10
A	JP 7-320306 A (三洋電機株式会社) 1995.12.08, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 2, 8, 9
A	JP 59-92846 U (日本ビクター株式会社) 1984.06.23, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 6, 8, 9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.01.2005

国際調査報告の発送日

01.02.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田邊 英治

2W

9409

電話番号 03-3581-1101 内線 3290